

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-112459

(43)公開日 平成6年(1994)4月22日

(51)IntCl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 27/14

G 0 2 B 3/00

H 0 1 L 23/28

H 0 4 N 5/335

A 8106-2K

D 8617-4M

V

7210-4M

H 0 1 L 27/14

D

審査請求 未請求 請求項の数 8(全 7 頁)

(21)出願番号

特願平4-280694

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(22)出願日

平成4年(1992)9月25日

(72)発明者 上野 貴久

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

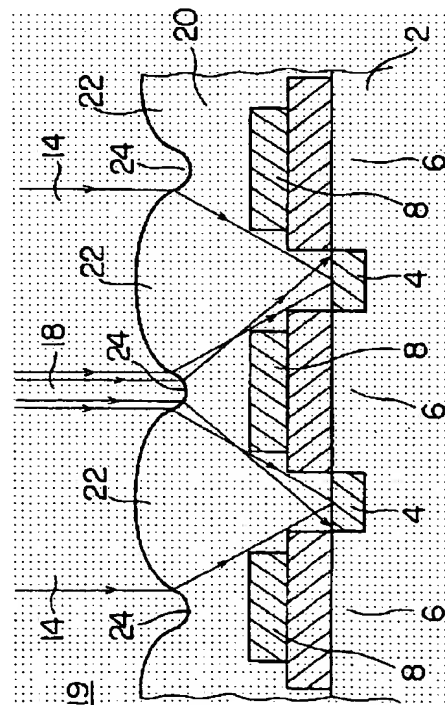
(74)代理人 弁理士 佐藤 隆久

(54)【発明の名称】 オンチップレンズおよびその製造方法

(57)【要約】

【目的】 受光部の実質的な開口率を向上させ、感度の向上を図り、微細化された素子の素子特性を向上させることができるオンチップレンズおよびその製造方法を提供すること。

【構成】 複数の受光部4が形成してある半導体チップの上部表面に透明なレンズ材層が積層してあり、このレンズ材層の表面に、凸レンズ部が平面方向に複数形成されるオンチップレンズにおいて、受光部4に対応するように、レンズ材層20の表面に、凸レンズ部22が配置され、この凸レンズ部22間の谷部に凹レンズ部24が形成してある。凸レンズ部22が形成してあるオンチップレンズの表面に補助レンズ層34を皮膜することで凹レンズ部24形成することができる。また、凸レンズ部22が形成してあるオンチップレンズの表面を等方性エッチング処理することにより、凸レンズ部22間の谷部に凹レンズ部24を形成することもできる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の受光部が形成してある半導体チップの上部表面に透明なレンズ材層が積層してあり、このレンズ材層の表面に、凸レンズ部が平面方向に複数形成されるオンチップレンズにおいて、上記受光部に対応するように、レンズ材層の表面に、凸レンズ部が配置され、この凸レンズ部間の谷部に凹レンズ部が形成してあることを特徴とするオンチップレンズ。

【請求項2】 凸レンズ部が形成してあるオンチップレンズの表面に補助レンズ層を皮膜することで、凸レンズ部間の谷部に凹レンズ部を形成することを特徴とするオンチップレンズの製造方法。

【請求項3】 凸レンズ部が形成してあるオンチップレンズの表面を等方性エッチング処理することにより、凸レンズ部間の谷部に凹レンズ部を形成することを特徴とするオンチップレンズの製造方法。

【請求項4】 複数の受光部を形成した半導体基板上に、レンズ材層を形成する工程と、このレンズ材層上に、レンズ形状転写層を形成する工程と、このレンズ形状転写層を複数のレンズ単位部分に分割する工程と、

複数のレンズ単位部分に分割されたレンズ形状転写層を加熱することにより熱変形させて各レンズ単位部分を凸レンズ形状に成形する工程と、

凸レンズ形状に成形されたレンズ単位部分を有するレンズ形状転写層の表面に補助転写層を全体に皮膜することにより、凸レンズ形状のレンズ単位部分の表面には凸レンズ形状部分を形成し、凸レンズ形状のレンズ単位部分相互の谷部には凹レンズ形状部分を形成する工程と、凸レンズ形状部分および凹レンズ形状部分が形成してある補助転写層の上から、補助転写層、レンズ形状転写層およびレンズ材層の垂直異方性エッチングを行い、補助転写層の表面形状をレンズ材層の表面に転写し、上記レンズ材層の表面に、凸レンズ部および凹レンズ部を形成する工程とを有するオンチップレンズの製造方法。

【請求項5】 複数の受光部を形成した半導体基板上に、レンズ材層を形成する工程と、このレンズ材層上に、レンズ形状転写層を形成する工程と、

このレンズ形状転写層を複数のレンズ単位部分に分割する工程と、

複数のレンズ単位部分に分割されたレンズ形状転写層を加熱することにより熱変形させて各レンズ単位部分を凸レンズ形状に成形する工程と、

凸レンズ形状に成形されたレンズ単位部分を有するレンズ形状転写層の上から、レンズ形状転写層およびレンズ材層の異方性エッチングを行い、レンズ形状転写層の表面形状をレンズ材層の表面に転写し、上記レンズ材層の表面に、凸レンズ部を形成する工程と、

凸レンズ部が形成されたレンズ材層の表面に、補助レンズ材層を皮膜することにより、凸レンズ形状のレンズ材層の表面には凸レンズ部を形成し、凸レンズ形状のレンズ材層相互の谷部には凹レンズ部を形成する工程とを有するオンチップレンズの製造方法。

【請求項6】 複数の受光部を形成した半導体基板上に、レンズ材層を形成する工程と、このレンズ材層上に、レンズ形状転写層を形成する工程と、

このレンズ形状転写層を複数のレンズ単位部分に分割する工程と、

複数のレンズ単位部分に分割されたレンズ形状転写層を加熱することにより熱変形させて各レンズ単位部分を凸レンズ形状に成形する工程と、

凸レンズ形状に成形されたレンズ単位部分を有するレンズ形状転写層の上から、レンズ形状転写層およびレンズ材層の弱異方性エッチングを行い、レンズ形状転写層の凸レンズ形状をレンズ材層の表面に転写し、上記レンズ材層の表面に凸レンズ部を形成すると共に、この弱異方性エッチングにより凸レンズ部間の谷部に凹レンズ部を同時に形成する工程とを有するオンチップレンズの製造方法。

【請求項7】 複数の受光部を形成した半導体基板上に、レンズ材層を形成する工程と、

このレンズ材層上に、レンズ形状転写層を形成する工程と、

このレンズ形状転写層を複数のレンズ単位部分に分割する工程と、

複数のレンズ単位部分に分割されたレンズ形状転写層を加熱することにより熱変形させて各レンズ単位部分を凸レンズ形状に成形する工程と、

レンズ形状転写層の上から等方性エッチングを行うことにより、各レンズ単位部分の谷部に凹レンズ形状部分を形成する工程と、

次に、レンズ形状転写層の上から、レンズ形状転写層およびレンズ材層の異方性エッチングを行い、レンズ形状転写層の表面形状をレンズ材層の表面に転写し、上記レンズ材層の表面に、凸レンズ部と凹レンズ部とを形成する工程とを有するオンチップレンズの製造方法。

【請求項8】 複数の受光部を形成した半導体基板上に、レンズ材層を形成する工程と、

このレンズ材層上に、レンズ形状転写層を形成する工程と、

このレンズ形状転写層を複数のレンズ単位部分に分割する工程と、

複数のレンズ単位部分に分割されたレンズ形状転写層を加熱することにより熱変形させて各レンズ単位部分を凸レンズ形状に成形する工程と、

凸レンズ形状に成形されたレンズ単位部分を有するレンズ形状転写層の上から、レンズ形状転写層およびレンズ

材層の異方性エッチングを行い、レンズ形状転写層の表面形状をレンズ材層の表面に転写し、上記レンズ材層の表面に、凸レンズ部を形成する工程と、

凸レンズ部が形成されたレンズ材層の表面から等方性エッチングを行うことにより、レンズ材層の表面に、凸レンズ部と、凹レンズ部とを形成する工程とを有するオンチップレンズの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、たとえば固体撮像素子あるいは液晶表示素子などに用いられるオンチップレンズおよびその製造方法に係り、さらに詳しくは、実質的に開口率を向上させることができるオンチップレンズおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】たとえば固体撮像素子では、図6に示すように、半導体基板2上に、受光部4と、電荷転送部6とが形成され、その電荷転送部6の上には、ゲート電極および遮光膜が形成され、遮光部8が構成される。このような固体撮像素子においては、光を受ける部分は受光部4のみであり、電荷転送部6へ入射した光は感度に寄与しない。

【0003】現在では、固体撮像素子においても素子の微細化が進んでいる。しかし、受光部のパターン上の開口率は、デバイスの素子特性上などの問題から、その縮小比以上の比で縮小する。その結果、信号量を十分に確保できず、S/N比の劣化および感度低下などの問題が発生し、素子の特性維持が困難となる。したがって、より実質的に開口率を上げる必要がある。

【0004】そこで、高感度化を図る技術として、オンチップレンズ9を固体撮像素子の表面に形成する技術が知られている。また、液晶表示素子の表面にもオンチップレンズを形成しようとする試みもなされている。オンチップレンズ9では、受光部4および遮光部8が形成してある半導体基板2の表面に、透明なレンズ材層10を積層させ、このレンズ材層10の表面に、受光部4に対応するように凸レンズ部12を形成してある。このオンチップレンズ9を設けることで、凸レンズ部12へ入射する光が受光部4へ集束され、感度を向上させることができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、レンズ材層10の表面に形成される凸レンズ部12は、所定パターンに加工されたレンズ材層をリフローして成形したり、特開昭64-10666号公報に示すように、熱変形性樹脂をリフローし、その形状を異方性エッチングなどで転写することにより形成するため、リフロー時のマージンが必要となり、必然的に凸レンズ部12相互間には、平坦な谷部16が形成されていた。平坦な谷部の幅は、製造工程上の理由から約 $0.8\mu\text{m}$ であった。

【0006】この平坦な谷部16へ入射する光18は、そのまま直進し、受光部4ではない遮光部8へ入射し、感度には寄与しなかった。素子がさらに微細化してくると、この平坦な谷部16へ入射する光の量が相対的に大きくなり、実質的に受光部の開口率が低下するという問題点が見い出されている。

【0007】本発明は、このような実状に鑑みてなされ、受光部の実質的な開口率を向上させ、感度の向上を図り、微細化された素子の素子特性を向上させることができるオンチップレンズおよびその製造方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、複数の受光部が形成してある半導体チップの上部表面に透明なレンズ材層が積層してあり、このレンズ材層の表面に、凸レンズ部が平面方向に複数形成されるオンチップレンズにおいて、上記受光部に対応するように、レンズ材層の表面に、凸レンズ部が配置され、この凸レンズ部間の谷部に凹レンズ部が形成してあることを特徴とする。

【0009】このようなオンチップレンズは、凸レンズ部が形成してあるオンチップレンズの表面に補助レンズ層を皮膜することで形成することができる。また、凸レンズ部が形成してあるオンチップレンズの表面を等方性エッチング処理することにより、凸レンズ部間の谷部に凹レンズ部を形成することもできる。さらに、オンチップの製造過程において用いるレンズ形状転写層の表面に、補助層を形成したり、あるいは等方性エッチング処理を組み合わせるなどにより、レンズ転写層の表面に形成される凸レンズ形状部分相互間の谷部に凹レンズ形状部分を形成することによっても、オンチップレンズの表面に凸レンズ部と凹レンズ部とを組み合わせる形成することができる。

【0010】

【作用】本発明では、受光部に対応するように、レンズ材層の表面に、凸レンズ部が配置され、この凸レンズ部間の谷部に凹レンズ部が形成してあるので、凸レンズ部へ入射した光は、受光部へ集束されて入射し、凹レンズ部へ入射した光も受光部へ集束されて入射する。したがって、従来無駄になっていた光を有効に受光部へ集めることができ、実質的に開口率を上げることができ、感度を向上させることができる。

【0011】

【実施例】以下、本発明の一実施例に係るオンチップレンズおよびその製造方法について、図面を参照しつつ詳細に説明する。図1は本発明の一実施例に係るオンチップレンズの概略断面図、図2は本発明の一実施例に係るオンチップレンズの製造方法を示す概略要部断面図、図3～5はそれぞれ本発明のその他の実施例に係るオンチップレンズの製造方法を示す要部概略断面図である。

【0012】図1に示す実施例は、本発明のオンチップレンズを固体撮像素子に対して適用した例である。図示するように、固体撮像素子では、半導体基板2上に、受光部4と、電荷転送部6とを有し、その電荷転送部6の上には、ゲート電極および遮光膜が形成され、遮光部8を構成している。

【0013】本実施例では、これら受光部4、電荷転送部6および遮光部8が設けられた半導体基板2の表面に、オンチップレンズ19を形成するため、レンズ材層20が皮膜してある。このレンズ材層20の表面には、受光部4に対応するように、凸レンズ部22が配置してある。凸レンズ部22の形状は、凸レンズ形状であれば特に限定されないが、たとえば各受光部4毎に形成される略半球状、あるいは一列に並んだ複数の受光部4毎に形成される略半円柱形状などである。

【0014】特に本実施例では、この凸レンズ部22間の谷部に相当するレンズ材層20の表面に凹レンズ部24が形成してある。従来では、この谷部に相当する部分は、製造工程上の理由から平坦に形成されていた。本発明では、後述する製造方法を用いることにより、この谷部に相当する部分に凹レンズ部24を形成することが可能になった。

【0015】本実施例のオンチップレンズ19では、受光部4に対応するように、レンズ材層20の表面に、凸レンズ部22が配置され、この凸レンズ部22間の谷部に凹レンズ部24が形成してあるので、凸レンズ部22へ入射した光14は、受光部4へ集束されて入射し、凹レンズ部24へ入射した光18も受光部4へ集束されて入射する。したがって、従来無駄になっていた光を有効に受光部4へ集めることができ、実質的に開口率を上げることができ、感度を向上させることができる。

【0016】次に、オンチップレンズ19を製造するための製造方法の実施例を示す。図2に示す実施例では、まず同図(A)に示すように、下層側に受光部が形成してある下地層30の表面に、レンズ材層を成膜し、このレンズ材層を受光部に対応するパターンでパターニングし、複数のレンズ単位部32に分割する。パターニングされたレンズ単位部32相互間の間隔 L_1 は、次工程でのリフロー処理を考慮して、好ましくは $1\mu m$ 程度とする。

【0017】レンズ単位部32の形成材料としては、特に限定されないが、後述するリフロー工程によりレンズ形状に加工される材料であることから、熱変形しやすかつ透明な材料であれば良く、耐熱性を有することが好ましい。このレンズ単位部32としては、通常のレジスト材や透明樹脂を用いることができる。レンズ単位部として透明樹脂を用いる場合には、塗布により形成することができる。

【0018】次に、図2(B)に示すように、このレンズ単位部32を熱処理し、リフローさせ、パターニング

されたレンズ単位部32をそれぞれ凸レンズ形状にする。その際には、完全に滑らかな凸レンズ形状が得られることを目的とするリフロー条件でなくともよい。次工程において、補助レンズ材層34が表面に皮膜されるからである。

【0019】次工程では、図2(C)に示すように、補助レンズ材層34をレンズ単位部32の表面から塗布などの手段で成膜する。この補助レンズ材層34でレンズ単位部32の表面全体を覆うことで、レンズ単位部32に沿って凸レンズ部22が形成されると共に、凸レンズ部22の間の谷部に、凹レンズ部24が形成される。補助レンズ材層34の粘性、膜厚、塗布方法などの条件を最適化することにより、凸レンズ部22間の谷部に補助レンズ材層34が凹レンズ形状に埋め込まれる。すなわち、この方法によれば、ステッパーで抜いた線幅以下の微細な凹レンズ部分24を自己整合的に形成することができる。必要であれば、この後さらにリフロー処理を施しても良い。

【0020】補助レンズ材層34の材質としては、レンズ単位部32の材質と同じでも良いが、屈折率が最適になるように相違させても良い。図3に示す実施例では、同図(A)に示すように、下層側に受光部が形成してある下地層30を、レンズ材で構成し、その上に図2(A)、(B)に示す方法により、凸レンズ形状のレンズ単位部32を形成する。その後、図3(B)に示すように、等方性エッチングまたは弱異方性エッチング処理を行い、凸レンズ部22相互間の谷部に相当する下地層30の表面をエッチングし、ここに凹レンズ部24を自己整合的に形成する。

【0021】次に、本発明のその他の実施例に係るオンチップレンズの製造方法について説明する。図4に示す実施例では、まず、同図(A)に示すように、半導体基板2上に、複数の受光部4を形成し、この受光部に隣接して電荷転送部6を形成する。この電荷転送部6の上には、ゲート電極および遮光膜が形成され、遮光部8を構成している。そして、これら受光部4および遮光部8が形成された半導体基板2上に、透明な下地層30を形成する。透明な下地層30は、透明樹脂などで形成され、半導体基板の表面の凹凸の平坦化を行なう。なお、カラー固体撮像装置の場合には、半導体基板2の表面にカラーフィルターが形成される。なお、次に形成されるレンズ材層32aが平坦化の機能を有する場合には、下地層30は特に設けなくとも良い。

【0022】下地層30の形成後には、同図(B)に示すように、その下地層30の上にレンズ材層32aを形成する。このレンズ材層32aは、後述する工程によりレンズ形状に加工される膜であって、透明な材料であれば良く、耐熱性を有することが好ましい。そして、このレンズ材層32aは、特に熱軟化製樹脂などの熱により変形する特性は不要である。図2、3に示す実施例と異

なり、レンズ材層32a自体が熱変形するものではないからである。このレンズ材層32a自体の選択露光は行なわれず、加工されるのみであるからである。

【0023】このレンズ材層32aとしては、透明樹脂を用いることができるが、酸化シリコンや窒化シリコンなどの無機物でも良い。レンズ材層32aとして透明樹脂を用いる場合には、塗布により形成することができる。次に、同図(C)に示すように、レンズ材層32aの上にレンズ形状転写層40を形成する。このレンズ形状転写層40は、上記レンズ材層32aをレンズ形状に加工するためのマスク層として機能する。特に、マスクとしてのみ用いられるために透明性は必ずしも必要でなく、感光性があればよい。また、マスクとしてのみ用いられることから、耐熱性は低くともよく、100℃~150℃程度で熱変形するものであれば十分である。このレンズ形状転写層40として、耐熱性の低い樹脂を選択することで、カラーフィルターの退色を防止することが容易となる。レンズ形状転写層40の一例として、たとえば、フェノール・ノルボラック系レジストなどを用いることができる。

【0024】次に、このようなレンズ形状転写層40を同図(C)に示すように選択的に除去する。このパターンニングは、レンズ形状転写層40を前記受光部に対応した単位領域に区分するために行なわれる。

【0025】次に、同図(D)に示すように、その単位領域毎に区分されたレンズ形状転写層40を加熱し、なだらかな凸レンズ状の外形状を有するようにレンズ形状転写層40を熱変形させる。加熱温度は、たとえば140℃程度であり、略半球状の外形状のレンズ単位部分40aを得ることができる。この時、レンズ形状転写層40の耐熱性を低いものとすることができれば、容易に熱変形させることができると共に、カラーフィルターなどの退色なども有効に防止できる。さらに、その後、図2(C)に示す実施例と同様にして、レンズ単位部分40aを有するレンズ形状転写層40の表面全体に、補助転写層42を全体に皮膜する。この補助転写層42でレンズ単位部分40aの表面全体を覆うことで、レンズ単位部分42aに沿って凸レンズ形状が形成されると共に、凸レンズ形状のレンズ単位部分40a間の谷部に、凹レンズ形状が形成される。補助転写層42の粘性、膜厚、塗布方法などの条件を最適化することにより、レンズ単位部分42a間の谷部に補助転写層42が凹レンズ形状に埋め込まれる。

【0026】次に、同図(E)に示すように、凸レンズ形状および凹レンズ形状が形成してある補助転写層42の上から、補助転写層42、レンズ単位部分40aおよびレンズ材層32aの垂直方向異方性エッチングを行う。異方性エッチングとしては、たとえば酸素などを用いたRIEが例示される。

【0027】このような垂直方向の異方性エッチングを

行なった場合には、レンズ単位部分40aの表面に形成してある補助転写層42の形状がレンズ材層32aに転写されていく。この時、同時にレンズ単位部分40aも削られて行き、十分にレンズ材層32aの表面が加工されたところでエッチングを終了させる。その結果、補助転写層42の表面形状をレンズ材層32aの表面に転写することができ、レンズ材層32aの表面に、凸レンズ部22および凹レンズ部24を形成することができる。

【0028】たとえば、レンズ単位部分40aおよび補助転写層42とレンズ材層32aのエッチングレートの比を1対1とすれば、外形形状が忠実に転写されることになる。なお、エッチングレートの比は1対1に限定されず、材料に応じて変化させても良い。

【0029】なお、図4に示す実施例の変形例として、図4(D)に示す工程において、補助転写層42を形成することなく、レンズ材層32aを加工し、このレンズ材層32aの表面に、図2(C)に示すような方法で補助レンズ材層34を皮膜することにより、凹レンズ部24を形成することもできる。

【0030】図5は本発明のその他の実施例に係るオンチップレンズの製造方法を示すが、図5(A)~(C)に示す工程は、図4(A)~(C)に示す工程と同一であり、その説明を省略する。本実施例では、図5(D)に示す工程において、凸レンズ形状のレンズ単位部分40aの表面に補助転写層を積層させることなく、弱異方性エッチングを行い、図5(E)に示すように、レンズ単位部分40aの凸レンズ形状をレンズ材層32aの表面に転写し、レンズ材層32aの表面に凸レンズ部22を形成すると共に、この弱異方性エッチングにより凸レンズ部22間の谷部に凹レンズ部24を同時に形成する。

【0031】図5に示す実施例の変形例として、図5(D)に示す工程において、等方性エッチングを短時間行い、凸レンズ形状のレンズ単位部分40aの相互間に、凹レンズ形状部分を自己整合的に形成し、その後、異方性エッチングを行い、レンズ材層32aの表面に、凸レンズ部22と凹レンズ部24とを形成することもできる。

【0032】さらに、図5に示す実施例の変形例として、図5(D)に示す工程において、異方性エッチングを行い、凸レンズ形状のレンズ単位部分40aの形状をレンズ材層32の表面に転写した後、等方性エッチングを短時間行い、凸レンズ部22相互間の谷部に凹レンズ部24を形成することも可能である。

【0033】なお、本発明は、上述した実施例に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々に改変することができる。例えば、上述した実施例では、本発明のオンチップレンズを固体撮像素子に対して適用したが、本発明はこれに限定されず、液晶表示素子を初めとしてその他の光学素子に対して応用することが可能である。

【0034】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明によれば、受光部に対応するように、レンズ材層の表面に、凸レンズ部が配置され、この凸レンズ部間の谷部に凹レンズ部が形成してあるので、凸レンズ部へ入射した光は、受光部へ集束されて入射し、凹レンズ部へ入射した光も受光部へ集束されて入射する。したがって、従来無駄になっていた光を有効に受光部へ集めることができ、実質的に開口率を上げることができ、感度を向上させることができる。したがって、本発明のオンチップレンズは、超微細化された固体撮像素子あるいは液晶表示素子などに好適に応用することができ、素子特性の向上に寄与する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係るオンチップレンズの概略断面図である。

【図2】本発明の一実施例に係るオンチップレンズの製造方法を示す概略断面図である。

【図3】本発明のその他の実施例に係るオンチップレンズの製造方法を示す要部概略断面図である。

【図4】本発明のその他の実施例に係るオンチップレン

ズの製造方法を示す要部概略断面図である。

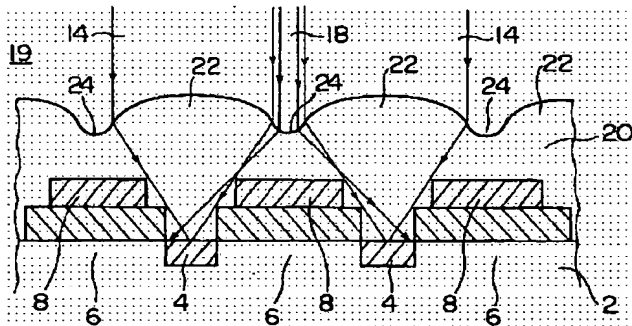
【図5】本発明のその他の実施例に係るオンチップレンズの製造方法を示す要部概略断面図である。

【図6】従来例に係るオンチップレンズの要部概略断面図である。

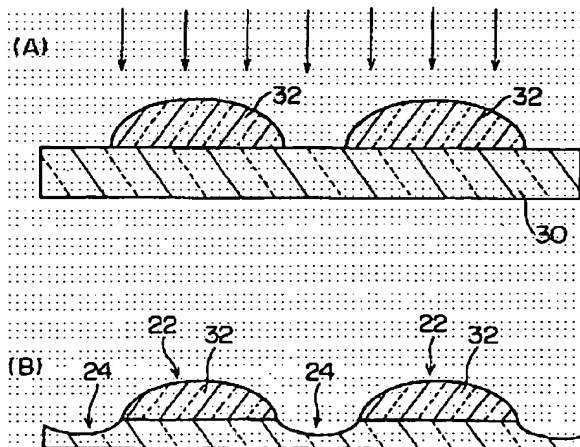
【符号の説明】

- 2… 半導体基板
- 4… 受光部
- 6… 電荷転送部
- 8… 遮光部
- 19… オンチップレンズ
- 20… レンズ材層
- 22… 凸レンズ部
- 24… 凹レンズ部
- 30… 下地層
- 32… レンズ単位部分
- 34… 補助レンズ層
- 40… レンズ形状転写層
- 40a… レンズ単位部分
- 42… 補助転写層

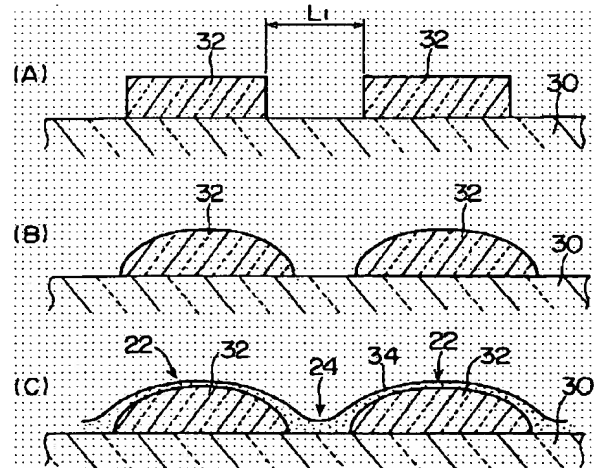
【図1】



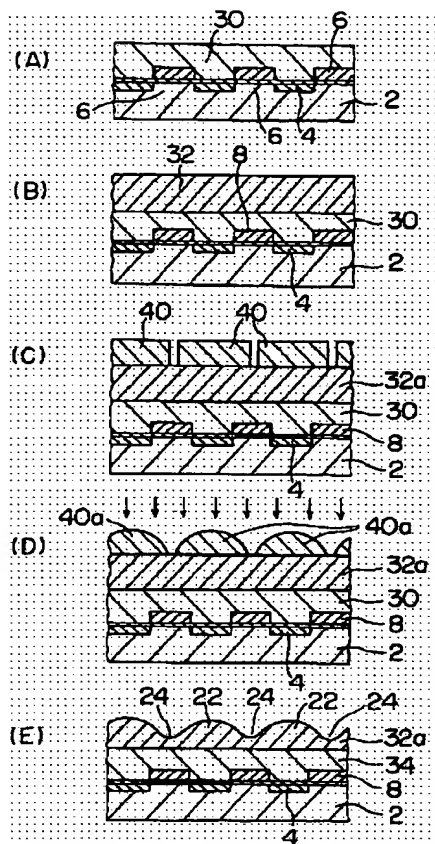
【図3】



【図2】



【圖 5】



【圖 6】

